Aus der medicinischen Poliklinik zu Tübingen.
(Vorstand: Prof. Otfried Müller.)

Zur
Frage des Herzschlagvolumens.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

Hohen medicinischen Facultät der Universität Tübingen

vorgelegt von

Konrad Finckh
aus Nagold.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Mit 5 Curven im Text.

Berlin 1912.
Druck von L. Schumacher, N. 4.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Tübingen.

Referent:
Prof. Dr. Ernst von Romberg.

Sonder-Abdruck aus der Zeitschrift f. exp. Pathologie u. Therapie. 11. Band.

Es ist für den Arzt von Wichtigkeit, zu wissen, welchen Einfluss so viel benutzte therapeutische Maassnahmen, wie die Bäder, auf das Herz ausüben. Man hat daher seit langem versucht, mit den allerverschiedensten Methoden der Lösung dieser Frage näher zu treten. Nachdem sich gezeigt hatte, dass man mit der Blutdruckmessung hier zu keinen sicheren Resultaten gelangen könne, waren es in neuerer Zeit im Wesentlichen zwei Methoden, die dieses Ziel erstrebten. Auf der einen Seite suchten O. Müller und seine Mitarbeiter mittelst einer Combination von Plethysmographie peripherer, wie centraler Strombahnen, von Blutdruckmessung und von sogenannter centraler Flammentachographie, auf der anderen Zuntz und seine Schüler (Bornstein und Plesch) mittelst verschiedener gasanalytischer Methoden, die klinisch so wichtige Frage des Herzschlagvolumens und seiner Aenderungen beim Menschen zu lösen.

O. Müller und Veiel (1) kamen dabei zu dem Resultat, dass Bäder unterhalb des Indifferenzpunktes (ca. 34° C.), soweit sie nicht mit einer Bewegung des Wassers (sensibler Reizung) verbunden sind, das Schlagvolumen herabsetzen, während Wasserapplicationen oberhalb des Indifferenzpunktes es steigern. Zugleich konnten sie auch nachweisen, dass Kohlensäurezusatz zum Bade in verhältnissmässig kräftiger, Sauerstoffzusatz in geringer Weise die vom Herzen bei der einzelnen Contraction geförderte Blutmenge vermehrt. Diese Ergebnisse stehen mit bekannten physiologischen Thatsachen in gleicher Weise in Einklang, wie mit der klinischen Erfahrung. Erfahrungsgemäss wirken Eingriffe, die, wie kalte Bäder, durch energische Gefässcontraction eine starke Blutdrucksteigerung hervorrufen, im allgemeinen verringernd auf das Herzschlagvolumen ein. Das Herz sucht, wenn es von dem in Frage kommenden Reiz nicht gerade direct zu vermehrter Thätigkeit angespornt wird, in der Regel eine, von den Gefässen ausgehende Blutdrucksteigerung, durch Herabsetzung der eigenen Schöpfarbeit und Frequenz in Grenzen zu halten. [C. Hirsch (2), Depressor.]

Auf der anderen Seite musste man erwarten, dass intensiv warme Bäder eine starke Vermehrung der Herzleistung mit sich brächten. Das ergab sich einmal aus der klinischen Erfahrung, wonach herzschwache Personen in heissen Bädern jeder Art so leicht Collapsen ausgesetzt sind, und zweitens aus der theoretischen Ueberlegung, dass die am Herzgesunden im heissen Bade zu beobachtende Blutdrucksteigerung bei stark erweitertem Gefässsystem in Erscheinung tritt, mithin also nur durch eine starke

Vermehrung des Minutenvolumens bedingt sein kann. Dass diese, nothwendig zu postulirende, kräftige Zunahme des Minutenvolumens, nicht allein durch die Steigerung der Schlagfrequenz bedingt sein konnte, ergab sich aus der Erfahrung, dass auch die an heisse Bäder gewöhnten Personen, welche keine bedeutende Frequenzzunahme im heissen Bade bekommen, die Blutdrucksteigerung nicht vermissen lassen. Dass kohlensäurehaltige Soolbäder das Herzschlagvolumen steigern und überhaupt vermehrte Ansprüche an das Herz stellen, ist schon vor den Müllerschen Untersuchungen von Strasburger (3) auf Grund von Blutdruckmessungen angenommen worden. Diese Annahme steht ebenfalls wiederum mit praktischen, wie theoretischen Erfahrungen in Einklang. Stärker decompensirte Patienten collabiren gelegentlich in Kohlensäurebädern, und Kauchers (4), Hegglin (5) und Grossmann (6) haben im v. Baschschen Laboratorium gezeigt, dass sensible Hautreize (wie sie das Kohlensäurebad neben den chemischen mit sich bringt) die vom Herzen geförderte Blutmenge vermehren.

Im Gegensatz hierzu ist nun vor einiger Zeit von F. Kraus (7) mitgetheilt worden, dass bei einem gesunden Menschen nach der Pleschschen Methode das Herzschlagvolumen in der Ruhe 61,2 ccm, im heissen Bad von 42° C. 49,0, im kühlen Wasserbad von 22° C. 63,4, im kühlen Kohlensäurebad von 26° C. aber 42,3 ccm betragen habe. Das wäre ein Sinken der vom Herzen beim einzelnen Schlag geförderten Blutmenge im heissen und im Kohlensäure-, ein Steigen im kalten Bade. Ein gleicher Befund ist in neuester Zeit bezüglich warmer und kalter Bäder von Bornstein mittelst seiner Stickstoffmethode erhoben worden.

Bei diesem Gegensatz der Resultate erschien es angesichts der praktischen Bedeutung der Frage geboten, durch den Thierversuch, unter Anwendung einwandfreier Methoden, Klarheit zu schaffen. Als Methode zur Controle der im Bade eintretenden Aenderungen des Herzschlagvolumens haben wir die Herzplethysmographie, als Versuchsthiere Katzen und Hunde gewählt.

Herzplethysmographische Untersuchungen sind zuerst von François Frank (8) und Stefani (9) im Jahre 1877, weiter von Knoll (10) und besonders von Tigerstett und Johannson (11) im Jahre 1889, sodann von Roy und Adami (12) und Hill und Barnard (13), in neuerer Zeit besonders von Henderson (14), Rotberger (15), Lendorf (16) und namentlich von Jerusalem und E. H. Starling (17), wie auch von H. Straub (18) ausgeführt worden. Während man zuerst das ganze Herz mit sammt den Vorhöfen unter Benutzung des Pericards als Onkometergefäss volumetrirte, ist man heute allgemein dazu übergegangen, nach dem Vorbild von Tigerstett und Johannson ein mit einem feinen Gummidiaphragma versehenes Onkometergefäss über beide Kammern bis in die Furche an der Grenze der Vorhöfe vorzuschieben. Man bedient sich also heute im Wesentlichen der sogenannten Kammerplethysmographie.

Diese Methode ergiebt, wie allgemein, besonders auch von Tigerstett (19) anerkannt wird, zwar keine ganz genauen, absoluten, wohl aber recht zuverlässige relative Werthe für die Grösse des Herzschlagvolumens. Tigerstett schreibt darüber: „Anfangs hegten wir die Hoff-

nung, mittelst dieses Apparates das Schlagvolumen der Kammern in absoluten Zahlen bestimmen zu können. Dies war uns indessen nicht möglich. Wenn nämlich der Plethysmograph so gestellt wurde, dass die Membran die Vorhofskammergrenze gerade umfasste, so wurde der von ihr ausgeübte Druck auf die Vorhofswand so stark, dass sich die Blutzufuhr zu den Kammern in einem viel zu erheblichen Grade verminderte. Wir waren daher gezwungen, den Apparat derart anzulegen, dass die Membran in der Regel die Kammer an ihrer Basis, etwa dem Conus arteriosus dexter entsprechend, umfasste. Der grösste Theil der Kammern war also im Plethysmographen eingeschlossen, vollkommen zuverlässige relative Werthe konnten mit ihm erhalten werden, absolute Bestimmungen waren aber nicht gestattet.“ Und weiter an anderer Stelle: „Unter der Voraussetzung, dass die von beiden Herzkammern ausgetriebene Blutmenge gleich gross ist — was ja in den allermeisten Fällen zutrifft —, stellt die Hälfte der, durch das Instrument ermittelten Zahl das Schlagvolumen der linken Kammer dar. In vier Controlversuchen, bei bezw. 157, 170, 65 und 54 Herzcontractionen zeigte Rothberger, dass die Differenz der, nach der plethysmographischen Curve berechneten und der, unter Anwendung der Stromuhr, bei einem vereinfachten Kreislauf: Herz — Truncus brachiocephalicus — Vena anonyma — direct bestimmten Blutmenge, in einem Fall — 4, in einem anderen + 6 betrug; bei den zwei anderen Versuchen kam gar keine Differenz vor.“

Demnach ist die Kammerplethysmographie zur Entscheidung unserer Frage sehr geeignet. Es kommt für unsere Zwecke durchaus nicht darauf an, das Schlagvolumen und seine Aenderungen bis auf Bruchtheile von Kubikcentimetern zu berechnen, wie man es mit der gasanalytischen Methode gethan hat, sondern zunächst einmal wirklich zuverlässige relative Resultate über seine jeweilige Zu- resp. Abnahme zu erhalten. Man kann mit Sicherheit sagen, dass, wenn die Amplitude der vom Herzonkometer verzeichneten Curve grösser wird, das Schlagvolumen der linken Kammer zunimmt, während eine Abnahme dieser Grösse eine Verkleinerung der Curvenamplitude zur Folge hat. Nennenswerthe Ungleichheit der Blutmengen in beiden Ventrikeln macht sich im Curvenbild alsbald bemerkbar und schützt vor Täuschung. So wird z. B. bei Versagen des linken Ventrikels die Curvenamplitude alsbald klein, während die ganze Curve in ihrer mittleren Höhenlage, durch Anstauung von Blut im rechten Ventrikel, sich stark erhebt. Auch durch Hinein- resp. Hinausgleiten des obersten Theiles der Kammern aus dem Onkometer, bei sehr lebhafter Herzaction, kann ein starkes Ansteigen oder Absinken der Curven bewirkt werden. Man wird daher gut thun, nur solche Curven zu berücksichtigen, bei denen die mittlere Höhenlage annähernd constant bleibt, während die Curvenamplitude in Folge verstärkter oder verringerter Systole, resp. Diastole zu- oder abnimmt.

In allerneuester Zeit ist nun von Herrn Priv.-Doc. Dr. Otten in der Tübinger medicinischen Klinik eine Neubearbeitung der herzplethysmographischen Methodik in Angriff genommen worden. Die älteren Methoden wurden nachgeprüft und in Sonderheit durch Behandlung des

eröffneten Pericards ein neuartiges Verfahren geschaffen, das eine ausgezeichnete Fixation des Onkometers an der Grenze zwischen Kammer und Vorhof ermöglicht. Herr Dr. Otten wird über seine Methodik selbst berichten; er war so freundlich, sie uns behufs Entscheidung der vorliegenden Frage zur Verfügung zu stellen und uns zur Durchführung der ersten Versuche anzuleiten. Wir sprechen ihm dafür unseren herzlichen Dank aus.

Im Einzelnen gestalteten sich die Versuche folgendermaassen: Die Versuchsthiere (Katzen oder Hunde) wurden mit Urethan und einer Kleinigkeit Aether in der üblichen Weise narkotisirt, auf ein mit dem Kopf höher, mit den Füssen tiefer stehendes Operationsbrett aufgebunden und nunmehr in einer leeren, flachen Zinkwanne von entsprechender Grösse aufgestellt. Zunächst wurde die rechte Vena jugularis externa präpariert und eine Canüle eingebunden, um bei Collapsen rasch Excitantien geben zu können. Sodann wurde die linke Carotis mit dem Blutdruckmanometer in Verbindung gesetzt. Nunmehr erfolgte die Tracheotomie und die Einschaltung der künstlichen Respiration mittels des Hans Mayerschen Atmungsapparats. Sodann eröffneten wir den Thorax genau in der Mittellinie, klemmten die beiden Mammariae mit Péans ab und unterbanden sie, schnitten die nach aufwärts und abwärts reichenden Blätter des Mediastinums vom Pericard ab, eröffneten das Pericard, stülpten das Herzonkometer mit seinem Gummidiaphragma bis zur Vorhofkammergrenze über das Herz und versorgten das Pericard in der von Dr. Otten zu beschreibenden Weise. Das Herzonkometer bestand aus Glas mit abführendem Seitenrohr, und stand in verschiedenen Formaten je nach der Herzgrösse zur Verfügung. Das zur Aufnahme des Herzens bestimmte Loch der abschliessenden Gummimembran war jeweils vorher mit einem erhitzten dicken runden Glasstab durch Brennen hergestellt und durch Einreiben mit Vaseline schlüpfrig gemacht. Seine noch klebrigen Ränder hafteten leicht an der Vorhofkammergrenze.

Sobald die grossen Wunden am Thorax und am Halse bis auf die zu- und abführenden Rohre des Herzonkometers, der Blutdruckschreibung, der Athmung und der Venencanüle wieder geschlossen waren, verzeichneten das Kammervolumen und der Blutdruck Curven, die mit den entsprechenden Schwankungen in einer horizontalen Mittellinie verliefen. Sobald das einige Zeit geschehen war, liessen wir durch zwei weite, kaltes und warmes Wasser führende Gummischläuche, ein Bad von indifferenter Temperatur (34—35° C.) einlaufen. Durch eine Ueberlaufsvorrichtung wurde der Wasserspiegel im allgemeinen so gehalten, dass die Wunden in der Mittellinie von Thorax und Hals gerade eben aus dem Wasser hervorsahen. Durch die vorhin erwähnte schräge Lagerung des Thieres, bei welcher der Kopf höher stand als die unteren Extremitäten, war es möglich, ein annähernd vollständiges Vollbad zu appliciren, ohne Wasser in die Wunden hereinlaufen zu lassen.

Sobald das fliessende Wasser von indifferenter Temperatur an das Thier herankam, zeigte sich in der Regel eine kleine Steigerung des Schlagvolumens und des Blutdrucks. Diese ist auf die sensible Reizung des bewegten Wassers zu beziehen und entspricht den Erfahrungen,

welche, nach den weiter oben citirten Arbeiten aus dem v. Bach'schen Institut, gemacht wurden. Wenn dann nach dem Aufhören des Zuflusses das indifferent temperirte Wasser zur Ruhe gekommen ist, verlaufen die Curven des Schlagvolumens und des Blutdruckes wiederum mit horizontaler Mittellinie. Bewegt man das Wasser des Bades mit der Hand, so kann man alsbald von neuem ein Steigerung der Curvenamplitude hervorrufen.

Wir führen unsere Resultate ein, indem wir zunächst zur bildlichen Erläuterung unserer Methodik in Curve 1 den bekannten Einfluss eines Digitalispräparats auf Herz und Blutdruck darstellen. In diesem Bild 1 stellt die obere, breite Curve, das Ventrikelplethysmogramm dar, wobei zu bemerken ist, dass die nach aufwärts gerichteten Striche der Curvenamplitude den Diastolen, die nach abwärts gerichteten den Systolen entsprechen. Weiter abwärts ist der Blutdruck — geschrieben mit einem Ludwig'schen Quecksilbermanometer — sodann die Zeitmarkirung und endlich die Abscisse mit dem Reizindicator verzeichnet. Bei den auf der Abscisse verzeichneten 5 senkrechten Strichen des Reizmarkirers werden einer, in der oben beschriebenen Weise präparirten, im indifferenten Bade liegenden Katze von guter Mittelgrösse ca. 10 Tropfen Digalen von der Venencanüle aus injicirt. Alsbald vergrössert sich die vorher ganz gleichmässig ablaufende Amplitude des Herzplethysmogramms zunächst nach oben (diastolisch), bald aber auch nach unten (systolisch), während der Blutdruck wellenförmig, ebenfalls unter Vergrösserung seiner Amplitude, ansteigt. Das entspricht den bekannten Feststellungen der Pharmakologie und erweist, dass unsere Methode prompt arbeitet.

Mit Curve 2 bringen wir nunmehr in den Abtheilungen a, b und c den Ablauf eines Badeversuchs mit variirten Temperaturen ebenfalls von einer mittelgrossen Katze. Oben steht wiederum die Curve des Schlagvolumens, in der Mitte diejenige des Blutdruckes und der Zeit, unten die Abscisse mit der Reizmarkirung. Nachdem bei dem ersten, der auf der Abscisse verzeichneten verticalen Striche, der Zufluss warmen Wassers zum Bade von indifferenter Temperatur begonnen hatte, verlaufen die Curven des Schlagvolumens und des Blutdrucks noch in annähernd horizontaler Richtung und mit etwa gleichen Amplituden. Nach einiger Zeit steigt, in Folge zu raschen Zufliessens heissen Wassers, der Blutdruck unter der Wirkung einer Temperatur von nahezu 50° rasch an, und die Amplitude des Herzplethysmogramms nimmt vorübergehend ab. Sobald durch entsprechende Regulirung das Bad auf die Temperatur von etwa 40° gebracht worden ist, steigt die Amplitude des Herzplethysmogramms sowohl diastolisch (nach oben) wie systolisch (nach unten), deutlich an und hält sich, ebenso wie der Blutdruck mit seiner gleichfalls gesteigerten Amplitude, während der ganzen Dauer der Wärmeapplication auf dieser Höhe. Erst nachdem bei dem zweiten, auf der Abscisse verzeichneten senkrechten Strich, die Badetemperatur durch den Zufluss kühlen Wassers allmählich verringert worden ist, sinkt auch die Amplitude des Herzplethysmogramms sowohl diastolisch (oben) wie systolisch (unten) langsam wieder ab. Die Mittellinie der Amplitude der Herzcurve bleibt dabei fast unverändert. Der Blutdruck sinkt, mit der Abkühlung des

Wassers nach dem Indifferenzpunkt hin, sowohl in Amplitude, wie Mittellinie, allmählich bis zu einem Minimum ab. Gegen Ende der Abtheilung a des Bildes No. 2 ist eine Temperatur von etwa 24° C. erreicht. Die Amplitude des Herzplethysmogramms ist nur etwas mehr wie halb so gross, als zum Anfang im indifferent temperirten Bade. Der Blutdruck ist infolge der intensiven Kältewirkung in seinem Mittelwerth wieder gestiegen, in seiner Amplitude weiterhin gesunken.

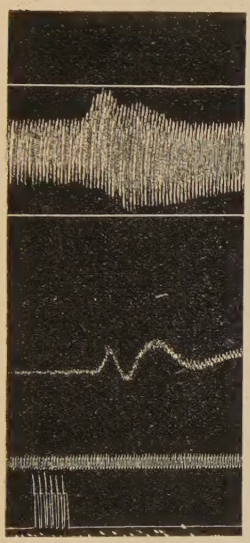
Abtheilung b der Curve No. 2 zeigt den Verlauf der gleichen Curve einige Minuten später, nachdem das Bad auf etwa 22° C abgekühlt ist und einige Zeit eingewirkt hat. Die Curve des Herzschlagvolumens hat noch fast genau die gleiche mittlere Höhe, wie zu Anfang, im indifferent temperirten Bade. Ihre Amplitude aber ist sowohl im diastolischen (oben), wie im systolischen (unten) Antheil so stark verkleinert, dass sie im Ganzen nicht die Hälfte der ursprünglichen Grösse im indifferenten Bad ausmacht. Der Blutdruck ist in seinem Mittelwerth nach wie vor gesteigert, in seiner Amplitude verringert.

Da man nun vielleicht einwenden könnte, das Thier sei inzwischen im Absterben begriffen gewesen, und deshalb, nicht in Folge des kalten Bades, sei das Herzplethysmogramm so klein geworden, bringen wir in Abtheilung c der Curve No. 2 noch ein Stück aus dem weiteren Verlauf. Es ist inzwischen eine allmähliche Wiedererwärmung des Bades, vorgenommen worden, und bei den auf der Abscisse verzeichneten 7 verticalen Strichen läuft das warme Wasser in etwas beschleunigtem Tempo zu, so dass gegen Ende der Curve eine Temperatur von 37° erreicht wird. Alsbald steigt bei gleichbleibender Mittellinie die Amplitude der Herzcurve wieder sowohl diastolisch (nach oben), wie systolisch (nach unten) bedeutend an. Der Blutdruck sinkt entsprechend der Temperatur des Bades dicht oberhalb des Indifferenzpunktes in seinem Mittelwerth noch ab, während seine Amplitude bereits ansteigt.

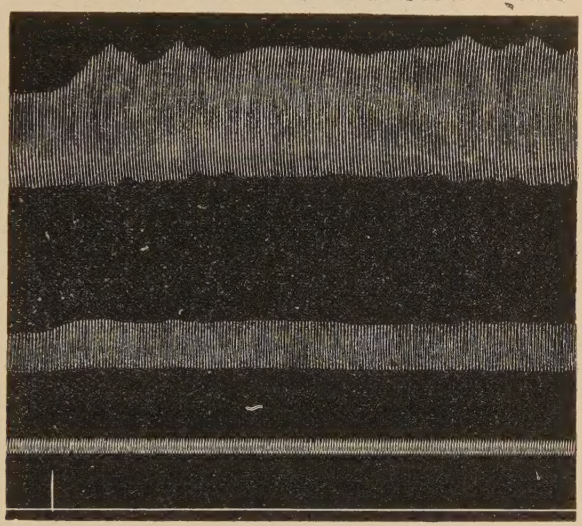
Die 3 Theile der Curve No. 2 bestätigen in vollem Umfang die beim Menschen erhaltenen Resultate von O. Müller und Veiel, Temperaturen oberhalb des Indifferenzpunktes, namentlich solche um 40° herum, steigern das Herzschlagvolumen beträchtlich, Temperaturen unterhalb der Mittellage verringern es ebenso deutlich. Beide thermischen Reize steigern, bei beträchtlicher Entfernung vom Indifferenzpunkt, den mittleren Blutdruck, während Temperaturen dicht oberhalb von 34° C ihn herabsetzen. Sehr heisse Applicationen (50° und mehr) wirken in bekannter Weise wie kalte, indem sie sowohl vorübergehende Gefässcontraction wie Verminderung des Herzschlagvolumens machen. Es handelt sich hier nicht mehr um thermische, sondern um Schmerzreize. Man benutzt ja auch dieses, im Gegensatz zur Wärmereaction stehende Verhalten des Gefässsystems bei Heissreizen in der Geburtshilfe zur Stillung von Blutungen. Diese Heissapplication mit ihrer rasch vorübergehenden Herabsetzung des Schlagvolumens und drastischen Blutdrucksteigerung ist in Curve 2a nur auf einen Versuchsfehler zurückzuführen. In unsern übrigen Curven, bei denen die Temperatursteigerung allmählich durchgeführt wurde, steigt das Schlagvolumen von vornherein ohne vorhergehende Verminderung.

Das sofortige Ansteigen von Schlagvolumen und Blutdruck bei zwar rascher, aber nicht über das Ziel hinausschiessender Erwärmung des Bades auf 40°, zeigt Curve 3. Hier steigt, zu der durch den senkrechten Strich auf der Abscisse bezeichneten Zeit, die Amplitude des Herzplethysmogramms, wie auch diejenige des Blutdrucks beträchtlich an. Beide bleiben während der ganzen Dauer der Wärmeapplication auf der gewonnenen Höhe. Der Versuch ist deswegen nicht so mustergültig, wie der erste, weil die Mittellinie des Herzplethysmogramms nicht horizontal verläuft, sondern ebenfalls etwas ansteigt. Die Curve ist also nur in ihrem oberen (diastolischen) Antheil grösser geworden.

Aehnlich steht es bei Bild 4. Dieses veranschaulicht in seinem Beginn zunächst die Wirkung eines warmen Bades von etwa 38° C. Bei dem ersten, auf der Abscisse verzeichneten senkrechten Strich, wird rasch



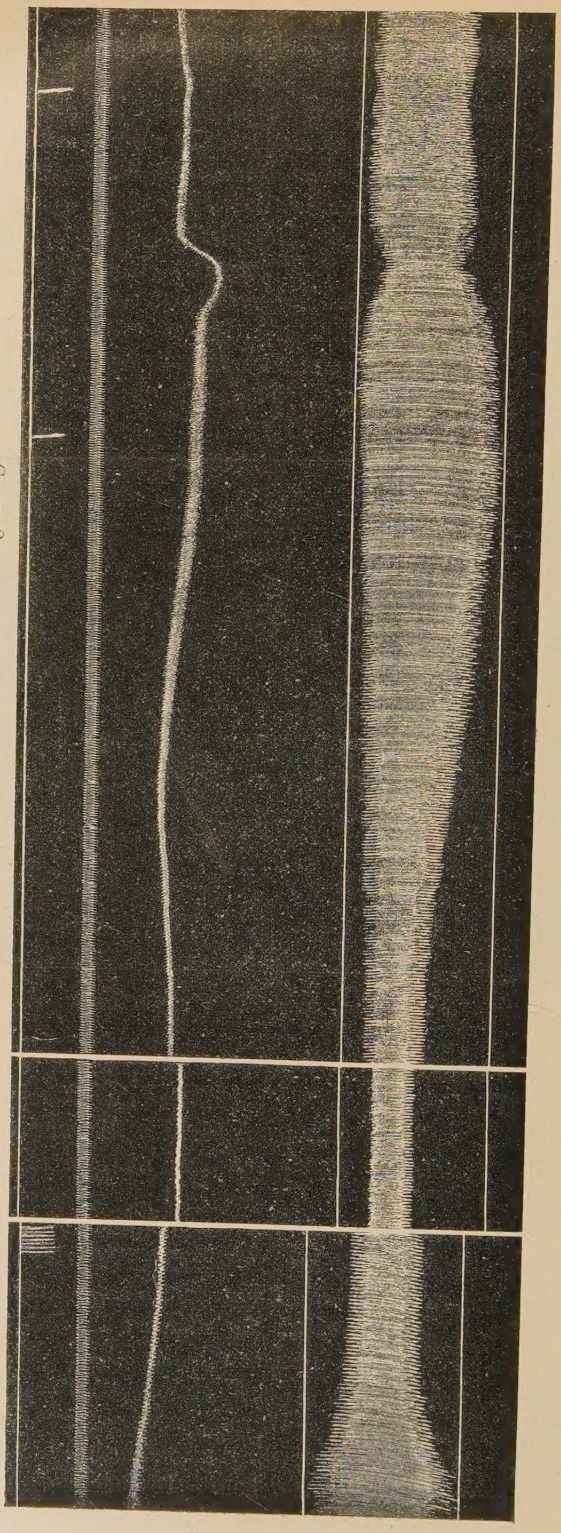
Curve 1.



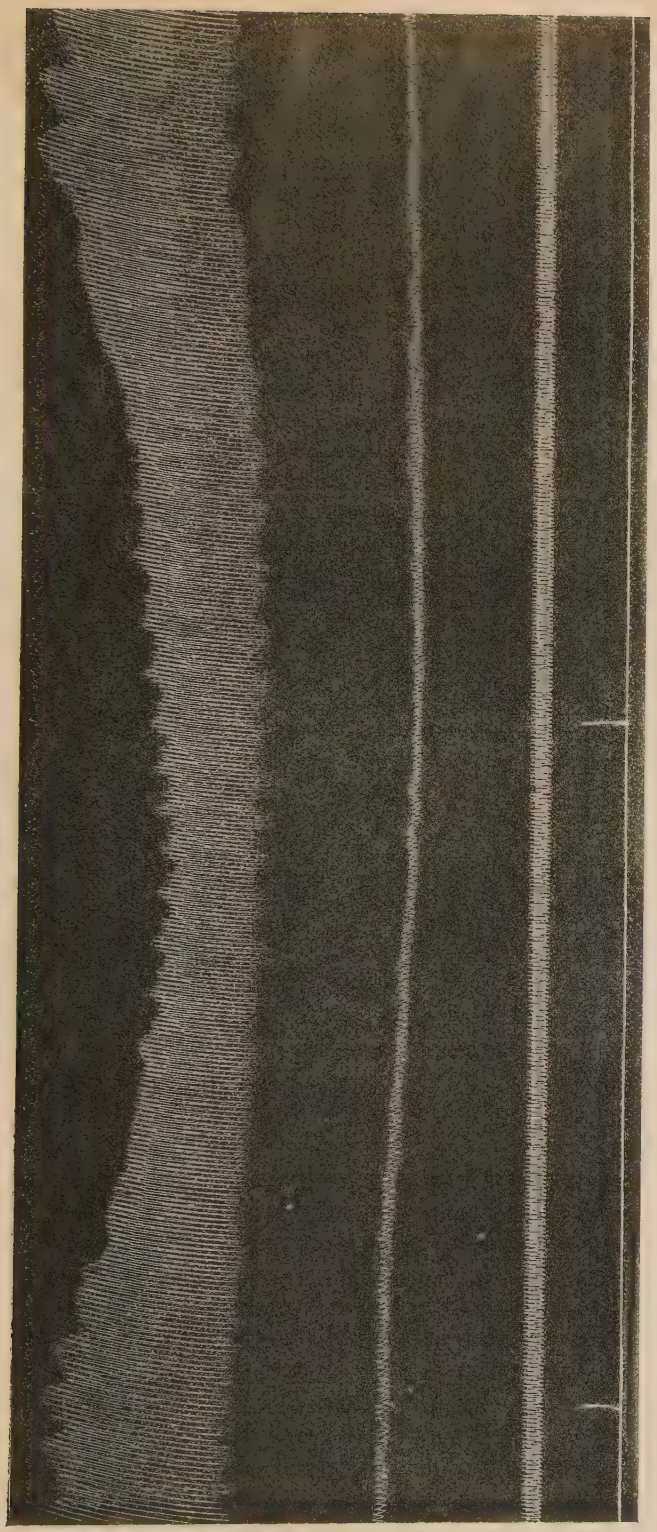
Curve 3.

kühles Wasser zugelassen, so dass eine Temperatur von ca. 33° C erreicht wird. Alsbald sinkt die Amplitude des Herzplethysmogramms stark ab, auch der mittlere Blutdruck sinkt. (Er war vorher durch die Temperatur von 38° leicht gesteigert, sinkt nun bei Annäherung an den Indifferenzpunkt, und findet, da dieser nicht nennenswerth unterschritten wird, noch keine Gelegenheit, wieder zu steigen. Bei dem zweiten auf der Abscisse verzeichneten senkrechten Strich, läuft dann wieder warmes Wasser zu, bis gegen Ende des Bildes die Temperatur von 38° neuerdings erreicht ist. Alsbald steigen auch wieder die Amplituden des Herzplethysmogramms und des Blutdrucks sowie der mittlere Werth des letzteren.

Diese aus unsern Curven ersichtliche Vergrösserung des Herzschlagvolumens bei Einwirkung von Wärme, sowie seine Verkleinerung bei Kälteapplication, ergab sich uns völlig ausnahmslos für jeden der beiden Reize je 30 mal bei 10 Thierversuchen. In jedem dieser Versuche, die



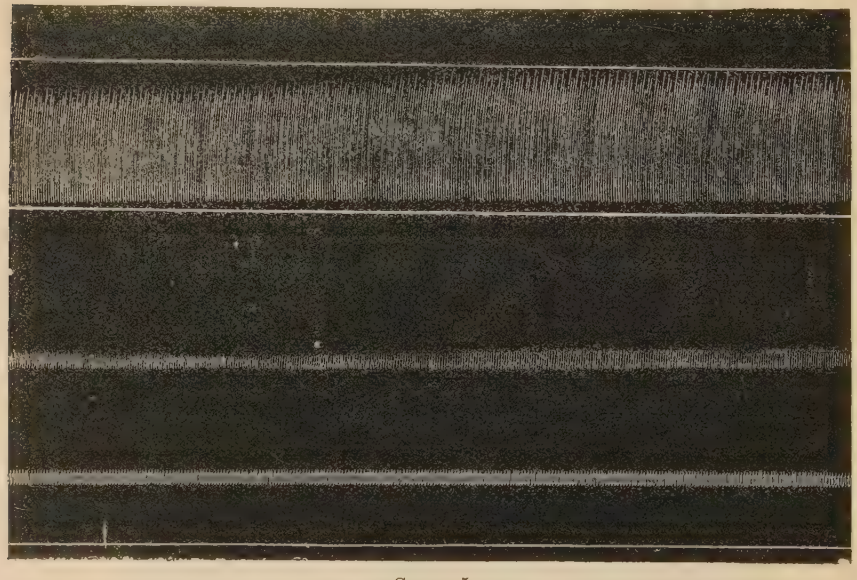
Curve 2a. 2b. 2c.



Curve 4.

man bei richtiger Anordnung leicht über $1^1/_2$—2 Stunden fortsetzen kann, variirten wir 3 mal die Temperatur des indifferenten Bades nach oben wie nach unten und sahen nie andere Erscheinungen, als oben beschrieben wurden. Schon das Zudecken des trockenen Thieres mit von warmem oder kaltem Wasser getränkten Tüchern ergiebt entsprechende, wenn natürlich auch quantitativ geringere Ausschläge der Volumcurve des Herzens. Auch die Abkühlung, die eintritt, wenn man ein indifferent temperirtes Bad ablaufen lässt und das Thier mit seinem durchnässten Fell der Lufttemperatur aussetzt, wirkt auf das Schlagvolumen wie ein kühles Bad.

Schliesslich haben wir noch in 5 Versuchen, während der Dauer eines indifferent temperirten Bades, durch Zusatz von Natrium bicarbonicum und Salzsäure eine reichliche Kohlensäureentwicklung hervorgerufen. Curve 5 zeigt den Erfolg. Wiederum ist oben die Volumcurve des Herzens, in



Curve 5.

der Mitte Blutdruck und Zeit, unten Abscisse und Reizmarkirung angeordnet. Bei dem auf der Abscisse verzeichneten senkrechten Strich setzt eine kräftige Kohlensäureentwicklung ein. Alsbald wächst die Volumamplitude des Herzens (in ihrem diastolischen Antheil), die Amplitude und der Mittelwerth des Blutdruckes. Wenn die Kohlensäureentwickelung verraucht ist, kehren die Werthe zur Norm zurück. Auch das entspricht den Resultaten, die O. Müller und Veiel aus der Untersuchung des centralen Pulses beim Menschen gewonnen haben. Da in unseren Fällen die Athemluft des Thieres durch lange Schläuche von dem entfernt stehenden Mayer'schen Athmungsapparat zugeführt wurde, so kann die Wirkung in keiner Weise durch Inhalation der Kohlensäure bedingt sein. Auch ist eine nennenswerthe Resorption des Gases durch das dicke Fell des Thieres während der kurzen Zeit, die bis zum Eintritt der Wir-

kung auf das Herz verstreicht, äusserst unwahrscheinlich. Wir müssen daher in der bei allen unseren Versuchen ebenfalls ausnahmslos eintretenden Steigerung des Herzschlagsvolumens unter dem Einfluss des Kohlensäuregases im Wesentlichen die Wirkung der sensiblen Reizung der prickelnden Gasblasen sehen, wie wir sie in ähnlicher Weise ja auch durch Bewegung des Badewassers, d. h. durch Beginn einer Brausewirkung erzielen konnten. Auch das spricht für die von O. Müller und Veiel vertretene Ansicht, die vor langen Jahren zuerst von Romberg (20) auf Grund der Hensen'schen (21) Untersuchungen ausgesprochen worden ist, dass die sensible Reizung eines der Hauptmomente bei der Wirkung gashaltiger Bäder sei.

Bei der Entwicklung von Sauerstoff im indifferent temperirten Wasserbade sahen wir keine sichere Einwirkung auf die Volumcurve des Herzens. Wohl schien es, als wenn im Grossen und Ganzen die Neigung zu geringfügiger Vergrösserung der Volumamplitude bestände. Aber zu einem bestimmten Urtheil waren doch die erhaltenen Ausschläge zu unbedeutend. Da Kommerell (22) in der Tübinger Poliklinik beim Menschen eine deutliche, wenn auch milde Einwirkung des Sauerstoffbades auf das Herzschlagvolumen constatiren konnte, so möchten wir unsere unsicheren diesbezüglichen Resultate darauf beziehen, dass der feinperlende Sauerstoff an dem, mit dickem Winterpelz besetzten Fell unserer Versuchsthiere, nicht den gleichen Reizeffect zu setzen vermochte, wie an der glatten Haut des Menschen.

Fassen wir am Schluss die Resultate unserer Untersuchungen noch einmal kurz zusammen, so lässt sich Folgendes sagen: Beim Warmblüter (Katze und Hund) wirken Temperaturen unterhalb des Indifferenzpunktes verkleinernd, solche oberhalb desselben vergrössernd auf das Herzschlagvolumen. Erst bei schmerzhaften Heissreizen tritt am Herzen, gerade so wie am Gefässsystem, eine vorübergehende Umkehrung der typischen Reaction in ihr Gegentheil ein. Leichte sensible Reize (nicht schwere Schmerzreize) wirken ebenso, wie Kohlensäurezusatz zum Bade, vergrössernd auf das Herzschlagvolumen.

Da unsere Warmblüter in allen anderen Theilen des Gefässsystems auf thermische Reize gleichartig reagiren, wie der Mensch, so ist mit Bestimmtheit anzunehmen, dass auch die Veränderungen des Herzschlagvolumens bei Thier wie Mensch in diesen Fällen gleich verlaufen. Es ergiebt sich demnach, dass die von O. Müller und Veiel durch Untersuchung des centralen Pulses beim Menschen erhaltenen Resultate in vollem Umfang zu Recht bestehen, während die, mit den gasanalytischen Methoden von Plesch und Bornstein gewonnenen, gegentheiligen Anschauungen, keine Bestätigung erfahren. Es muss daher neuerdings darauf hingewiesen werden, dass diese Methoden durchaus nicht immer im Stande sind, auch nur die qualitativen Veränderungen des Herzschlagvolumens in zutreffender Weise festzustellen. Dass die, bis in die Decimalen hineingehenden quantitativen Resultate solcher Untersuchungen anfechtbar sind, war auch früher nicht zweifelhaft.

Unsere Untersuchungsmethoden des centralen Pulses haben somit in den bisher vorliegenden Fällen zweifellos zutreffende Resultate ergeben.

Da die Theorie unserer Untersuchungsmethode, wie die aus ihr gezogenen Schlüsse, in neuester Zeit nun aber nicht nur von Bornstein, sondern auch von v. Kries (23) und Christen (24) angegriffen worden ist, so wird nunmehr zu untersuchen sein, ob die bisher erhaltenen Resultate vielleicht nur zufällig richtige waren, oder ob sich aus der Beobachtung centraler Pulse (Subclavia, Carotis, Aorta) nicht doch unter allen Umständen zutreffende theoretisch begründete Schlüsse auf das Herzschlagvolumen ziehen lassen. Auf diesen Punkt werden wir demnächst eingehend zurückkommen.

Literatur.

1. O. Müller und Veiel, Beiträge zur Kreislaufphysiologie des Menschen, besonders zur Lehre von der Blutvertheilung. Volkmann's Samml. klinischer Vorträge. 1910. No. 606—608 und 630—632.
2. C. Hirsch und Stadler, Experimentelle Untersuchungen über den N. depressor. Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 81. S. 383.
3. Strasburger, Deutsches Arch. f. klin. Med. 1905. Bd. 82.
4. Kauchers, Zeitschr. f. klin. Med. 1892. Bd. 21.
5. Hegglin, Zeitschr. f. klin. Med. 1894. Bd. 26.
6. Grossmann, Zeitschr. f. klin. Med. 1896. Bd. 32.
7. F. Kraus, Deutsche med. Wochenschr. 1909.
8. François Frank, Arch. de physiol. 1890. p. 395.
9. Stefani, Arch. ital. de biol. 1893. Vol. 18. p. 119.
10. Knoll, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1880. III.
11. Tigerstett und Johannson, Scand. Arch. f. Physiol. 1889. I. 330.
12. Roy und Adami, Brit. med. Journ. 1888. 15. Dec.
13. Hill u. Barnard, Journ. of physiol. Vol. 23; Dieselben, Brit. med. journ. Vol. 2.
14. Henderson, Amer. journ. of physiol. 1906. Vol. 12. p. 325.
15. Rothberger, Arch. f. d. ges. Physiol. 1907. S. 353.
16. Lendorf, Arch. f. Path. u. Pharm. Bd. 6. S. 418.
17. Jerusalem und Starling, Journ. of physiol. 1910. Vol. 40. p. 279.
18. Straub, Journ. of physiol. 1910. Vol. 40. No. 5.
19. Tigerstett, Ergebnisse der Physiologie. 1907. 6. Jahrg. S. 273.
20. Romberg, Handbuch der praktischen Medicin von Ebstein und Schwalbe, Krankheiten der Kreislauforgane.
21. Hensen, Deutsche med. Wochenschr. 1899. No. 35.
22. Kommerell, Zeitschr. f. Balneologie, Klimatotherapie und Kurorthygiene. 1910. 3. Jahrg.
23. v. Kries, Zeitschr. f. experim. Pathol. u. Therapie. 1911. Bd. 9.
24. Christen, Zeitschr. f. experim. Pathol. und Therapie. 1911. Bd. 9.

Lebenslauf.

Ich, Konrad Finckh, wurde geboren am 22. December 1885 in Nagold als drittes Kind des damaligen Helfers Martin Finckh und seiner Ehefrau Anna, geb. Obermayer. Im Jahre 1891 wurde mein Vater als Stadtpfarrer nach Esslingen versetzt. Dort besuchte ich das Gymnasium. Im Herbst 1905 bestand ich die Reifeprüfung. Sodann bezog ich die Universität Tübingen, wo ich im Frühjahr 1908 die ärztliche Vorprüfung bestand. Vom April bis October 1908 diente ich mein erstes halbes Jahr als Einjährig-Freiwilliger beim Infanterie-Regiment No. 180 in Tübingen. Im Juni 1911 vollendete ich zu Tübingen das ärztliche Staatsexamen. Vom 1. Juli bis 31. December 1911 war ich als Medicinalpraktikant an der Tübinger Poliklinik thätig. Seither bin ich Assistent der Tübinger Hautklinik.